

KESAN PENCEMARAN GARAM KE ATAS KEKUATAN DAN KEBOLEHTELAPAN SIMEN

Oleh

Mohd Fauzi Haji Hamid
Jabatan Kejuruteraan Petroleum, UTM

ABSTRAK

Satu kajian di makmal telah dijalankan untuk mengkaji kesan pencemaran garam ke atas sifat kekuatan mampatan dan kebolehtelapan simen telaga minyak. Simen Portland Jenis API Kelas G dicemarkan dengan garam natrium klorida (NaCl) dan diuji sifat kekuatan mampatan dan kebolehtelapannya menggunakan Penguji Kekuatan Mampatan dan Pengukur Kebolehtelapan Simen. Keputusan kajian ini menunjukkan bahawa pada kepekatan yang rendah, NaCl meningkatkan kekuatan mampatan dan merendahkan kebolehtelapan simen. Tetapi pada kepekatan yang tinggi pula, NaCl merendahkan kekuatan mampatan dan meningkatkan kebolehtelapan.

PENGENALAN

Proses penyimenan selongsong merupakan proses pengisian buburan simen ke dalam ruang anulus di antara selongsong dan dinding lubang telaga. Secara am terdapat dua fungsi utama sesebuah operasi penyimenan: (1) mencegah sebarang pergerakan bendalir di antara formasi di belakang selongsong; dan (2) untuk menyokong atau mengikat selongsong di dalam lubang telaga. Untuk melaksanakan kedua-dua fungsi ini, simen memerlukan sifat-sifat kebolehtelapan dan kekuatan mampatan yang sesuai.

Kebilehtelapan simen ditakrifkan sebagai ukuran keupayaan simen berkenaan membenarkan bendalir mengalir melaluinya. Sifat ini mempengaruhi sifat pemencilan atau sifat pengkedapan simen. Kekuatan mampatan simen pula ditakrifkan sebagai keupayaan simen berkenaan untuk menahan beban mampatan yang dikenakan ke atasnya.

Untuk melaksanakan fungsi sesebuah operasi penyimenan, simen mestilah mempunyai kebolehtelapan yang semimumum mungkin dan kekuatan mampatan yang tinggi. Walaubagaimanapun kekuatan mampatan tidak boleh terlalu tinggi kerana akan menyukarkan kerja-kerja akan datang terutamanya operasi penebukan.

GARAM PENCEMAR

Garam yang paling biasa dijumpai di dalam operasi penyimenan telaga adalah natrium klorida dan kalsium klorida. Garam-garam ini boleh wujud sebagai bahan tambah di dalam simen atau sebagai unsur semulajadi di dalam air campuran simen atau di dalam air formasi yang akan disimen. Walau bagaimanapun kajian ini hanya tertumpu kepada garam natrium klorida yang dicampurkan ke dalam simen.

Natrium klorida merupakan garam yang wujud secara semulajadi di dalam air laut atau di dalam air formasi. Penggunaan air laut sebagai air campuran simen dan persentuhan air formasi dengan turus simen, secara tidak langsung akan mendedahkan simen kepada natrium klorida.

Natrium klorida juga merupakan bahan tambah simen yang digunakan dengan meluas di dalam operasi penyimenan. Garam ini digunakan untuk dua tujuan bergantung kepada kepekatan yang digunakan. Pada kepekatan rendah garam ini bertindak sebagai pencepat dan pada kepekatan yang tinggi ia bertindak pula sebagai perencat.

Pencepat adalah bahan tambah yang digunakan untuk mempercepatkan masa pengerasan simen. Bahan ini diperlukan apabila melakukan operasi penyimenan pada telaga cetek bersuhu rendah. Perencat pula adalah bahan tambah yang digunakan untuk memanjangkan masa pengerasan simen dan diperlukan apabila menyimen telaga dalam bersuhu tinggi.

TATACARA UJIKAJI

Tatacara ujikaji dimulai dengan menyediakan buburan, mengawet sampel dan seterusnya melaksanakan ujikaji. Penyediaan buburan dimulai dengan memasukkan sejumlah air ke dalam pengadun dan diadun pada kelajuan rendah. Kemudian dimasukkan natrium klorida dan diikuti dengan simen kering dengan jumlah yang sesuai. Campuran ini diadun pada kelajuan tinggi selama lebih kurang 40 saat. Hasil daripada campuran ini dikenali sebagai buburan simen. (Nota: campuran simen dengan air tanpa sebarang bahan tambah juga dikenali sebagai buburan simen).

Buburan yang tersedia dimasukkan ke dalam acuan dan direndamkan ke dalam takungan pengawet untuk tujuan pengawetan. Pengawetan merupakan proses buburan di dalam acuan dibiarkan mengeras pada suhu dan tekanan tertentu. Suhu dan tekanan takungan disetkan ke nilai yang dikehendaki, dan dalam kajian ini suhu dan tekanan yang digunakan adalah 80°F dan 180°F dan tekanan atmosfera. Sampel dibiarkan di dalam takungan untuk tempoh pengawetan yang sesuai (dalam kajian ini menggunakan tempoh pengawetan selama 24 jam). Setelah cukup tempoh pengawetan, sampel dikeluarkan dan dibiarkan sejuk. Kemudian sampel dikeluarkan daripada acuan dan sedia untuk dijalankan ujikaji.

Ujian kebolehtelapan dilakukan menggunakan Pengukur Kebolehtelapan Simen. Sampel dimasukkan ke dalam selinder dan air ditekan masuk melalui sampel. Kadaralir air mengalir melalui sampel pada perbezaan tekanan dan tempoh masa tertentu diukur oleh tiub pitot yang dipasang di bahagian atas selinder. Berdasarkan kepada kadaralir, tekanan dan sifat-sifat fizikal sampel, kebolehtelapan sampel dapat dikira menggunakan persamaan berikut:

$$K = \frac{14700 Q \mu L}{A P} \quad (1)$$

Dengan:

- K - Kebolehtelapan, mD
- Q - Kadaralir, ml/saat
- μ - Kelikatan air, cp
- L - Panjang sampel, cm
- A - Luas keratan rentas sampel, cm²
- P - Perbezaan tekanan, psi

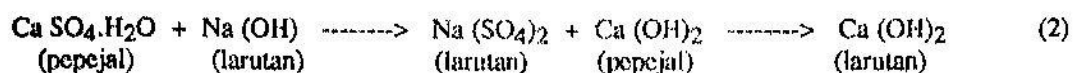
Ujian kekuatan mampatan pula dilakukan menggunakan Penguji Kekuatan Mampatan Simen. Sampel dikenakan beban mampatan sehingga sampel tersebut gagal atau pecah. Bacaan tolok tekanan maksimum pada alat semasa sampel pecah diambil sebagai kekuatan mampatan sampel tersebut.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Gambarajah 1 dan Gambarajah 2 masing-masing menunjukkan hubungan di antara kekuatan mampatan dan kebolehtelapan simen dengan kepekatan natrium klorida pada suhu pengawetan 80°F dan 180°F. Daripada kedua-dua gambarajah ini jelas menunjukkan terdapat dua keadaan yang berbeza di dalam penggunaan NaCl sebagai bahan tambah.

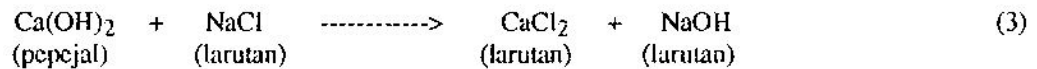
Penambahan sejumlah kecil NaCl ke dalam simen menyebabkan kekuatan mampatan meningkat dan kebolehtelapan simen menurun pada kedua-dua keadaan suhu. Penambahan NaCl seterusnya menyebabkan hal yang sebaliknya berlaku iaitu penurunan kekuatan mampatan dan peningkatan kebolehtelapan. Hal ini berlaku disebabkan oleh pertukaran fungsi NaCl di dalam simen. Pada kepekatan yang rendah NaCl bertindak sebagai pencepat sementara pada kepekatan yang tinggi ia bertindak pula sebagai perencat.

Perubahan fungsi NaCl di dalam simen daripada pencepat kepada perencat ini dapat diterangkan melalui tindakbalas kimia yang berlaku. Pepejal di dalam simen menghidrat untuk membentuk kalsium hidroksida (Ca (OH)₂) yang bertanggungjawab ke atas kekuatan simen. Secara ringkasnya salah satu daripada tindakbalas kimia yang berlaku dapat dituliskan seperti berikut:

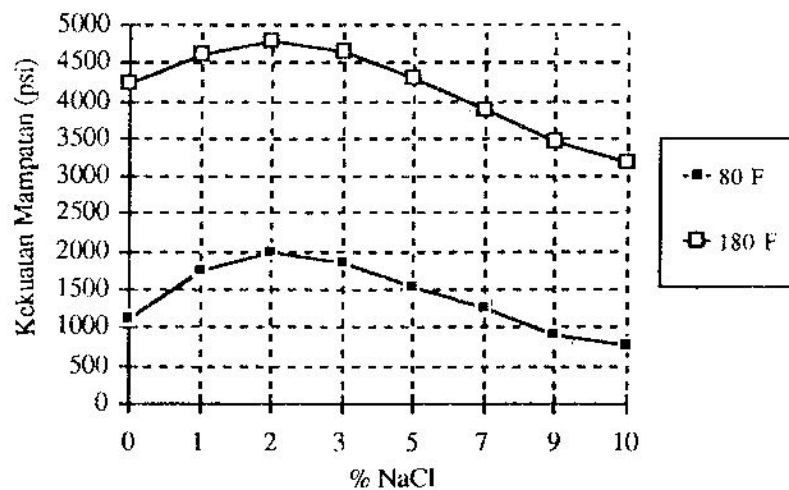


Gypsum, $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ bertindakbalas dengan NaOH daripada fasa cecair untuk membentuk Ca(OH)_2 yang merupakan pepejal pembina kekuatan. Tindakbalas di atas berlaku tanpa kehadiran NaCl . Apabila NaCl ditambah ke dalam simen, ion natrium daripada NaCl bergabung dengan NaOH menyebabkan tindakbalas dengan gipsium berlaku dengan lebih cepat. Ini seterusnya mempercepatkan pembentukan Ca(OH)_2 dan akhirnya meningkatkan kekuatan mampatan simen. Pada keadaan ini NaCl bertindak sebagai pencepat.

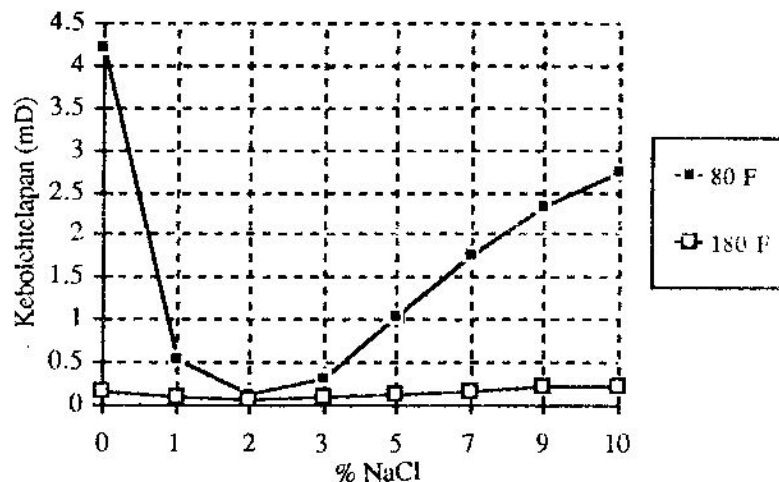
Penambahan NaCl seterusnya akan mempercepatkan lagi tindakbalas sehingga sampai ke keadaan jumlah NaCl yang ditambah (sekitar 2% daripada berat simen) menyebabkan kesemua gipsium bertindakbalas. Pada keadaan ini, simen mencapai kekuatan mampatan maksimumnya dalam masa yang singkat. Penambahan jumlah NaCl melebihi takat ini mengakibatkan berlakunya tindakbalas di antara NaCl dengan pepejal yang terbentuk daripada tindakbalas asal iaitu Ca(OH)_2 . Tindakbalas ini dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut:



Tindakbalas ini menyebabkan pepejal pembina kekuatan yang terbentuk bertukar menjadi larutan. Hal ini menyebabkan kekuatan mampatan menurun dan kebolehtelapan meningkat. Penambahan NaCl seterusnya menyebabkan lebih banyak Ca(OH)_2 bertukar menjadi larutan sehingga sampai ke suatu tahap jumlah NaCl yang ditambah menyebabkan simen tidak mengeras.



Gambarajah 1: Kesan Penambahan NaCl Ke atas Kekuatan Mampatan Simen Pada 80°F dan 180°F.



Gambarajah 2: Kesan Penambahan NaCl Ke atas Kebolehtelapan Simen Pada 80°F dan 180°F.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian ini dapat dibuat kesimpulan bahawa:

- (1) Penambahan sejumlah kecil NaCl (kurang daripada 2%) ke dalam simen meningkatkan kekuatan mampatan dan merendahkan kebolehtelapan simen. Penambahan NaCl melebihi 2% daripada berat simen menyebabkan kekuatan simen mula menurun dan kebolehtelapan mula meningkat. Akhirnya kekuatan mampatan jatuh lebih rendah, dan kebolehtelapan meningkat lebih tinggi daripada kekuatan dan kebolehtelapan simen tanpa bahan tambah.
- (2) Peningkatan suhu pengawetan meningkatkan kekuatan mampatan dan merendahkan kebolehtelapan.

RUJUKAN

- (1) Parker, P.N., Clement, C. and Beirute, R.M., "Basic Cementing - 1 & 2", Oil and Gas Journal (Feb., 1977)
- (2) Mohd. Fauzi H.H., "Pengaruh Bahan Tambah Terhadap Kekuatan dan Ketertelapan Simen", Universiti Teknologi Malaysia, Tesis Ijazah Sarjana Muda, 1987.
- (3) Ludwig, N.C., "Effects of Sodium on Setting Properties of Oil Well Cements", Drilling and Production Practice, (1951).
- (4) Davis, S.H. and Faulk, J.H., "Have Waiting-on-Cement Practices Kept Pace with Technology", Drilling and Production Practice, 1957.
- (5) Slagle, K.A. and Smith, D.K., "Salt Cement for Shale and Bentonitic Sands", Journal of Petroleum Technology, Feb., 1963.